



## ASSEMBLAGE ANTENNE-CIRCUIT ELECTRONIQUE.

La présente invention se rapporte à un assemblage comportant  
5 au moins une antenne et un circuit électronique associé à l'antenne.

Il est connu de rapprocher autant que faire se peut une antenne et tout ou partie de l'électronique associée à cette antenne et cela dans toutes les gammes de fréquences. Cela permet de gagner en volume, en compacité, en facilité d'emploi, voire en prix de revient.

10 Quand l'antenne, seule ou regroupée avec d'autres antennes, est disposée selon une zone plate avec rayonnement dans l'un seulement des deux espaces situés de part et d'autre de la zone plate, comme c'est le cas, par exemple, avec certaines antennes en ondes millimétriques, il est connu de disposer en couches superposées, au dos de la ou des antennes, les  
15 étages successifs du ou des circuits électroniques ; un tel assemblage nécessite des moyens de refroidissement entre les couches superposées du ou des circuits électroniques et pose des problèmes de montage du fait, en particulier, des liaisons électriques à réaliser.

La présente invention a pour but d'éviter ou, pour le moins, de  
20 réduire ces inconvénients.

Ceci est obtenu à l'aide d'un circuit imprimé triplaqué avec, d'un côté du circuit imprimé, la ou les antennes, de l'autre côté le ou les circuits électroniques et, entre les deux substrats isolants du circuit imprimé triplaqué, une couche métallique formant plan de masse réflecteur. Dans  
25 une telle réalisation il n'y a pas de moyens de refroidissement à incorporer au volume dans lequel sont disposés le ou les circuits électroniques puisque ce ou ces circuits électroniques sont répartis dans un plan unique ; le refroidissement peut donc se faire à l'aide d'un ou plusieurs radiateurs, voire, dans certains cas, simplement par dissipation dans l'air ambiant.

30 Quant aux liaisons entre le ou les circuits et la ou les antennes, elles peuvent se faire de façon classique, c'est-à-dire par trous métallisés, en aménageant, au préalable, des trous dans le plan de masse afin que les trous métallisés puissent traverser le plan de masse sans le toucher.

Un tel assemblage nécessite un soin particulier dans la  
35 réalisation du ou des circuits électroniques qui seront faits, dans l'exemple

décrit, à l'aide de puces préparées et montées selon une technique décrite plus loin.

Selon l'invention il est proposé un assemblage antenne-circuit électronique, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit imprimé triplaque avec une première et une seconde couche d'un substrat isolant, séparées  
5 par une plaque conductrice percée de trous, un premier et un second dépôt conducteur disposés respectivement sur la première et sur la seconde couche et constituant les faces extérieures du circuit imprimé et, passant par les trous, des liaisons électriques entre les deux dépôts, en ce que le  
10 premier dépôt est constitué, au moins pour partie, par l'antenne, en ce que le second dépôt est constitué, au moins pour partie, par des conducteurs du circuit électronique et en ce que le circuit électronique est réalisé à l'aide de puces montées par fusion d'une boule d'or entre les accès des puces et des zones du second dépôt.

15 La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent :

- la figure 1, une vue de face schématisée d'un assemblage selon l'invention,
- 20 - la figure 2 une vue en coupe de l'assemblage déjà représenté sur la figure 1,
- les figures 3 à 8, des étapes de préparation d'une puce en vue de son montage sur un circuit imprimé,
- les figures 9 à 11, des étapes du montage sur un substrat
- 25 récepteur d'une puce préparée selon les étapes illustrées par les figures 3 à 8.

Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères. Par ailleurs dans certaines figures les dimensions n'ont pas été respectées dans un souci de meilleure visibilité et  
30 donc de meilleure compréhension.

La figure 1 représente une antenne A constituée de quatre pavés rayonnants (patches dans la littérature anglo-saxonne), A1 à A4, de 2x2mm ; cette antenne est destinée à fonctionner en émission-réception à des fréquences de l'ordre de 60 GHz, avec un angle de tir variable par

déphasages différents entre les signaux reçus ou émis par les pavés rayonnants.

L'antenne A a été réalisée par photogravure sur l'une des faces d'un circuit imprimé triplaqué C formé à partir de deux couches C1, C2 d'un substrat isolant ; ces couches apparaissent sur la figure 2 qui est une vue en coupe selon le plan de coupe indiqué par sa trace XX sur la figure 1. Les couches C1, C2 sont faites à partir d'une feuille isolante d'une épaisseur de 0,128 mm recouverte sur ses deux faces par du cuivre sur une épaisseur de 0,018mm. Par photogravure du cuivre est retiré pour laisser :

- 10 - sur la première face de la couche C1, l'antenne A et un cadre E qui apparaît sur les figures 1 et 2,
- sur la seconde face de la couche C1, pratiquement tout le cuivre sauf six trous, tels que U sur la figure 2
- sur la première face de la couche C2, également presque tout le cuivre d'origine à l'exception là aussi de six trous qui, lorsque les couches C1, C2 sont assemblées par collage avec une colle isolante, se trouvent en regard des six trous de la seconde face de la couche C1
- 15 - sur la seconde face de la couche C2, des conducteurs tels que L sur la figure 2 ; ces conducteurs constituent les liaisons électriques d'un circuit électronique B formé de puces qui sont montées sur le circuit imprimé selon un procédé décrit plus loin à l'aide des figures 3 à 11.
- 20

Les conducteurs, de même que les puces de la seconde face de la couche C1, sont représentés en trait interrompus, comme vus par transparence.

25 Pour simplifier le dessin et faciliter la compréhension, les conducteurs électriques de la seconde face de la couche C2 ont été représentés, sur la figure 1, comme s'il s'agissait d'un schéma électrique classique, c'est-à-dire sans éviter les croisements ; de plus, les conducteurs relatifs à l'alimentation des puces n'ont pas été représentés. De même, sur la figure 2, seuls quelques conducteurs, tels que L, et quelques accès, tels que D, des trois puces visibles sur ce dessin en coupe, ont été représentés.

Le circuit électronique B de l'assemblage selon les figures 1 et 2 comporte en tout 17 puces constituant respectivement un oscillateur local H avec une entrée de commande de déphasage et huit sorties, huit circuits mélangeurs M1 à M4 et M1' à M4' et huit amplificateurs P1 à P4 et P1' à P4'.

35

Les amplificateurs P1 à P4 sont des amplificateurs de réception ; ils ont leurs entrées respectivement réunies aux quatre pavés rayonnants A1 à A4 et leurs sorties respectivement réunies aux secondes entrées des circuits mélangeurs M1 à M4. Les premières entrées des circuits mélangeurs  
5 M1 à M4 sont reliées à l'oscillateur local H.

Les amplificateurs P1' à P4' sont des amplificateurs d'émission ; ils ont leurs sorties respectivement réunies aux quatre pavés rayonnants A1 à A4 et leurs entrées respectivement réunies aux sorties des circuits mélangeurs M1' à M4'. Les premières entrées des circuits mélangeurs M1' à  
10 M4' sont reliées à l'oscillateur local H.

Le circuit électronique B comporte, en plus des liaisons indiquées ci-avant, neuf liaisons qui partent ou proviennent de la moitié inférieure du bord de droite du circuit imprimé C tel qu'il est représenté sur la figure 1 . Il s'agit d'un conducteur relié à l'entrée de commande de phase de l'oscillateur  
15 local H de quatre conducteurs provenant des sorties des circuits mélangeurs M1 à M4 et de quatre conducteurs aboutissant aux secondes entrées des circuits mélangeurs M1' à M4'. Ces neuf liaisons, auxquelles il faut ajouter, comme il a été noté plus avant, les liaisons relatives à l'alimentation des puces, passent toutes par un connecteur K représenté sur la figure 1 avec  
20 seulement neuf fiches correspondant aux neuf liaisons.

La fabrication de l'assemblage selon les figures 1 et 2 se fait en plusieurs étapes dont certaines sont déjà apparues dans ce qui précède et seront donc seulement mentionnées ci-après :

- réalisation du circuit imprimé C par photogravure puis collage des  
25 couches C1, C2
- réalisation de huit trous métallisés, tels que T sur la figure 2, pour relier les pavés rayonnants de l'une des faces du circuit imprimé triplaque C aux conducteurs de l'autre face du circuit imprimé,
- montage des puces sur le circuit imprimé triplaque C ; une façon  
30 d'effectuer ce montage est décrite à l'aide des figures 3 à 11,
- fixation du connecteur K sur le circuit imprimé triplaque C,
- dépôt, sur la paroi du radiateur, à l'endroit où se trouveront les puces lorsque l'assemblage sera réalisé, d'une pellicule N de pâte thermique ;  
35 cette pellicule n'est représentée sur la figure 2 qu'au niveau des trois puces visibles sur cette figure,

- introduction du circuit imprimé avec ses puces et son connecteur, dans le radiateur R ; l'introduction se fait, vue d'après la figure 1, de la droite vers la gauche étant donné que l'extrémité de gauche du radiateur est fermée,
- pose d'un couvercle S muni d'un évent de dégazage non représenté,
- 5 - brasages effectués entre le radiateur R et son couvercle S, entre le couvercle S et le connecteur K et entre le cadre E et les bords du radiateur K et de son couvercle,
- pose, par collage, d'un radôme rigide, W, qui s'appuie sur le radiateur R et le couvercle S et définit ainsi, avec le radiateur K, le couvercle S et le
- 10 connecteur K, un boîtier fermé
- mise en atmosphère neutre de l'intérieur du boîtier grâce à l'évent puis fermeture de cet évent à l'aide de brasure.

Il est à noter que l'assemblage ainsi réalisé, non seulement assure un bon refroidissement des puces mais aussi est facilement  
15 modifiable ou réparable, il suffit pour cela de procéder à quelques décollages et débrasages relativement faciles à exécuter.

- L'assemblage selon les figures 1 et 2 a des dimensions hors-tout d'environ 16x11x4,5 mm.

Dans ce qui suit est exposé le procédé qui a été employé pour  
20 monter les puces sur le circuit imprimé C de l'assemblage selon les figures 1 et 2.

La figure 3 est un schéma partiel, en coupe, d'une machine pour effectuer du "ball bonding", qui montre un passe-fil Cp et une électrode Ep ; il est rappelé que le "ball-bonding" consiste à réaliser des liaisons  
25 électriques au moyen de fils d'or dont une extrémité a été fondue pour former une petite boule qui est pressée, par exemple, sur un accès d'une puce pour constituer un plot qui est amené en contact, à l'endroit désiré d'un conducteur sur lequel doit être branchée la puce. Le passe-fil est également appelé capillaire du fait qu'il est percé d'un trou très fin qui sert à amener  
30 l'extrémité d'un fil d'or, Ap, au voisinage de l'électrode Ep ; ce fil d'or, Ap, qui dans l'exemple décrit fait 25 micromètres de diamètre, provient d'une bobine et est relié à l'une des bornes d'un générateur de courant, non représenté, dont l'autre borne est reliée à l'électrode Ep pour produire un arc électrique entre l'extrémité du fil d'or et l'électrode. D'autres machines pour effectuer du  
35 "ball-bonding" existent dans lesquels le dispositif pour produire un arc

électrique est remplacé par un chalumeau ; la tête du chalumeau est disposée à l'emplacement de l'électrode Ep et sa flamme est dirigée sur l'extrémité du fil Ap.

L'arc électrique fait fondre l'extrémité du fil Ap, ce qui produit une  
5 boule Bp comme représenté sur la figure 4 ; cette boule a, dans l'exemple décrit, un diamètre d'environ 50 micromètres.

La boule Bp est alors soudée sur un des accès d'une puce 1, comme représenté sur la vue en coupe de la figure 5. Pour cela la puce 1 est au préalable placée sur un substrat intermédiaire, Sp, aussi appelé  
10 substrat outil et le substrat intermédiaire est placé sur une plaque chauffante, non représentée sur la figure 5, mais qui apparaîtra sur la figure 7 ; le passe-fil Cp est abaissé, selon la flèche F1, pour venir presser la boule Bp à l'endroit choisi de la puce 1. Pendant les opérations de soudure une source d'ultrasons de niveau réglable, non représentée, est reliée au passe-  
15 fil Cp pour faciliter les soudures.

La figure 6 montre que, dans la suite des opérations, une partie du fil d'or Ap, solidaire de la boule Bp, est extraite du passe-fil Cp et que le passe-fil est abaissé, selon la flèche F2, pour venir écraser le fil Ap sur le substrat intermédiaire, Sp, afin d'assurer sa fixation par soudure sur le  
20 pellicule d'or que comporte le substrat Sp sur sa face en contact avec la puce 1. Après cette soudure avec écrasement, le passe-fil est relevé en même temps qu'une pince J solidaire du passe-fil et qui n'a été représentée que sur la figure 6, se referme bloquant le fil ; il en résulte une rupture du fil d'or à la sortie du passe-fil Cp. Il est à noter que cette soudure est  
25 volontairement réalisée de façon imparfaite par réglage de la pression d'écrasement, du niveau et de la durée des ultrasons, afin de pouvoir la "décoller" facilement par la suite.

La figure 7 montre la liaison réalisée par la boule Bp et un segment de fil Dp, entre la puce 1 et le substrat intermédiaire Sp ; il s'agit de  
30 la liaison obtenue selon le procédé décrit à l'aide des figures 3 à 6. La figure 7 est un dessin en coupe qui permet de voir comment la puce 1 et le substrat intermédiaire Sp sont disposés sur une plaque chauffante Tp portée à 110°C, pour réaliser les opérations décrites à l'aide des figures 5 et 6 ; la plaque chauffante Tp et le substrat intermédiaire Sp sont percés chacun  
35 d'un trou et les deux trous sont placés l'un au-dessus de l'autre - la puce 1

est disposée sur le substrat intermédiaire Sp au-dessus des deux trous - une pompe aspirante, Pp, située sous la plaque Sp et créant une dépression figurée par une flèche V, maintient en position l'ensemble puce-substrat intermédiaire sur la plaque chauffante.

5           Après que les liaisons relatives à chacun des accès de la puce 1 aient été réalisées, la puce est séparée de son substrat intermédiaire et se présente comme indiqué sur la figure 8 où apparaissent sept ensembles boule-segment de fil tels que l'ensemble Bi-Di. Cette séparation est rendue possible en raison de la soudure imparfaite réalisée lors de l'étape du  
10       procédé décrite à l'aide de la figure 6. Il est à remarquer que les segments de fils tels que Di sont disposés perpendiculairement au bord le plus proche de l'accès sur lequel est soudée la boule dont ils sont solidaires.

          Le procédé est poursuivi de la façon préconisée ci-après et illustrée, par les figures 9 à 11, afin d'assurer un montage de type puce à  
15       bosses jusqu'à son terme.

          Par sérigraphie à l'aide d'un pochoir, Mp, réalisé par photogravure, une crème à souder est déposée aux endroits d'un substrat récepteur destinés à être en contact avec les boules d'or, Bi, de la puce 1. Le pochoir Mp est représenté sans son cadre sur la figure 9 ; il permet le  
20       dépôt de la crème à souder aux endroits voulus du substrat récepteur et est percé pour cela de trous, tels que Qi, obtenus lors de la photogravure.

          La figure 10 montre une partie d'un substrat récepteur 2 destiné à recevoir la puce 1 selon la figure 8 et comportant, à cet effet, des pistes conductrices telles que Hi. Le substrat 2 est représenté après que des petits  
25       dépôts de crème à souder, tels que Gi, aient été obtenus en différents endroits de sa surface à l'aide du pochoir selon la figure 9 ; sur la figure 10 ces dépôts sont représentés par de petites surfaces hachurées. Dans l'exemple décrit la crème à souder est un mélange à 88% de métal et 12% de liant et de résine avec, pour la partie métal, 80% d'indium, 15% de plomb  
30       et 5% d'argent.

          La figure 11 montre la puce 1 de la figure 8 posée sur le substrat récepteur 2 de la figure 10, lui-même placé sur une plaque chauffante, Tp, représentée par un contour en traits interrompus qui ne délimite qu'une  
35       partie de la plaque chauffante ; cette plaque est portée à 170°C. Comme il apparaît sur cette figure, les segments de fils tels que Di constituent de bons



repères pour positionner la puce 1 sur son substrat récepteur 2. La plaque chauffante  $T_p$  sert à produire une fusion de la crème à souder et ainsi à donner des soudures au niveau des dépôts de crème à souder c'est-à-dire là où les boules, telles que  $B_i$ , de la puce 1 et les pistes conductrices du substrat récepteur 2 sont en contact. Le montage ainsi obtenu est, au choix, recouvert d'une résine de protection ou protégé par un boîtier isolant scellé ; dans le cas de l'exemple décrit à l'aide des figures 1 et 2 c'est le boîtier, formé du radiateur R, du radôme W, du couvercle S et du connecteur K, qui assure cette protection.

10 La présente invention n'est pas limitée à l'exemple décrit, elle s'applique de façon générale à des assemblages antenne-circuit électronique où l'antenne est sur une des faces d'un circuit imprimé triplaque tandis que tout ou partie du circuit électronique associé à cette antenne est implanté sur l'autre face du circuit imprimé et qu'une plaque métallique est  
15 disposée à l'intérieur du circuit imprimé triplaque pour jouer le rôle de plan de masse.

## REVENDEICATIONS

1. Assemblage antenne-circuit électronique, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit imprimé triplaqué (C) avec une première (C1) et une  
5 seconde (C2) couche d'un substrat isolant, séparées par une plaque conductrice (G) percée de trous, un premier (E, A) et un second (L) dépôt conducteur disposés respectivement sur la première et sur la seconde couche et constituant les faces extérieures du circuit imprimé et, passant par les trous, des liaisons électriques (T) entre les deux dépôts, en ce que le  
10 premier dépôt est constitué, au moins pour partie, par l'antenne (A), en ce que le second dépôt est constitué, au moins pour partie, par des conducteurs (L) du circuit électronique (B) et en ce que le circuit électronique (B) est réalisé à l'aide de puces (H, P1-P4, P1'-P4', M1-M4, M1'-M4') montées par fusion d'une boule d'or-(Bi) entre les accès des puces  
15 (D) et des zones du second dépôt.
2. Assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un élément dissipateur d'énergie thermique (R), thermiquement couplé aux puces.
3. Assemblage selon la revendication 2, caractérisé en ce que  
20 l'élément dissipateur (R) comporte une paroi dont une face est munie d'ailettes et dont l'autre est en appui sur les puces.
4. Assemblage selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que que l'élément dissipateur constitue, pour le circuit imprimé, un boîtier muni d'ouvertures, dont une ouverture principale destinée à permettre le  
25 rayonnement de l'antenne et une ouverture secondaire munie d'un connecteur relié au circuit imprimé et constituant un moyen de branchement électrique de l'assemblage.
5. Assemblage selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ouverture principale est fermée par un radôme (W) et l'ouverture  
30 secondaire par un couvercle (S).

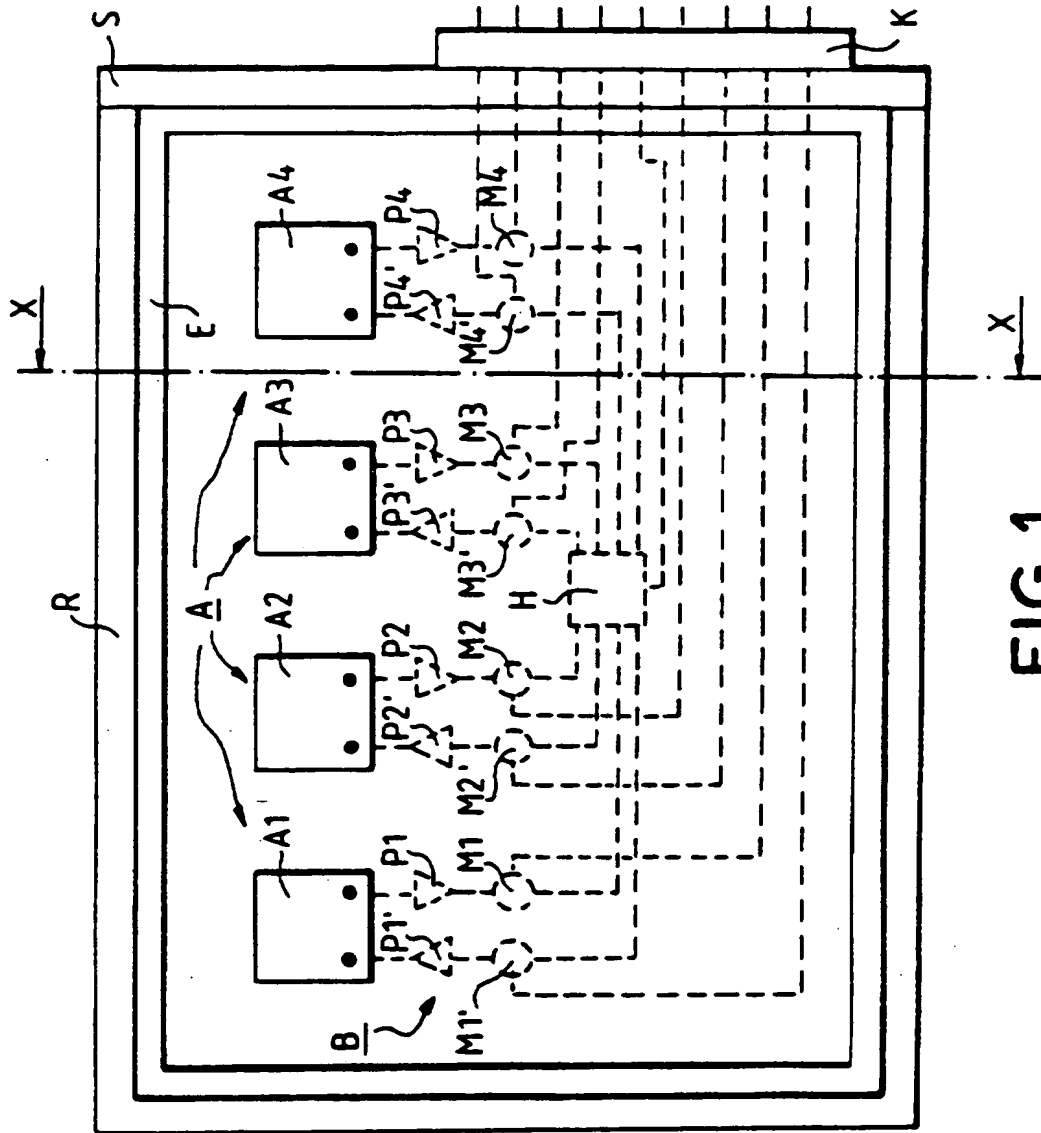


FIG. 1

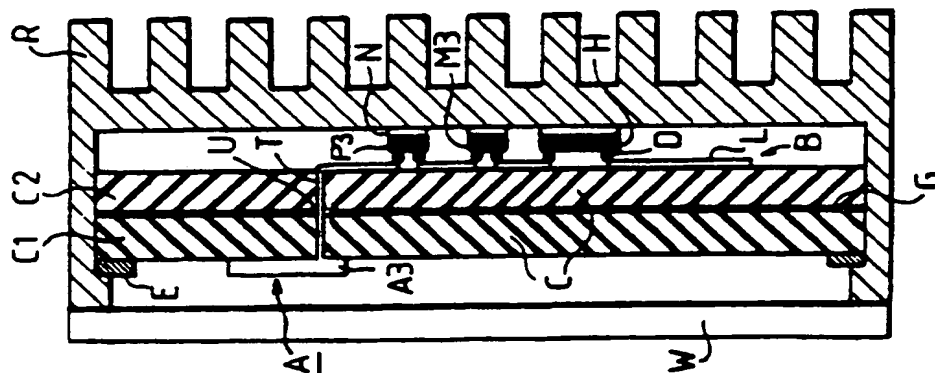
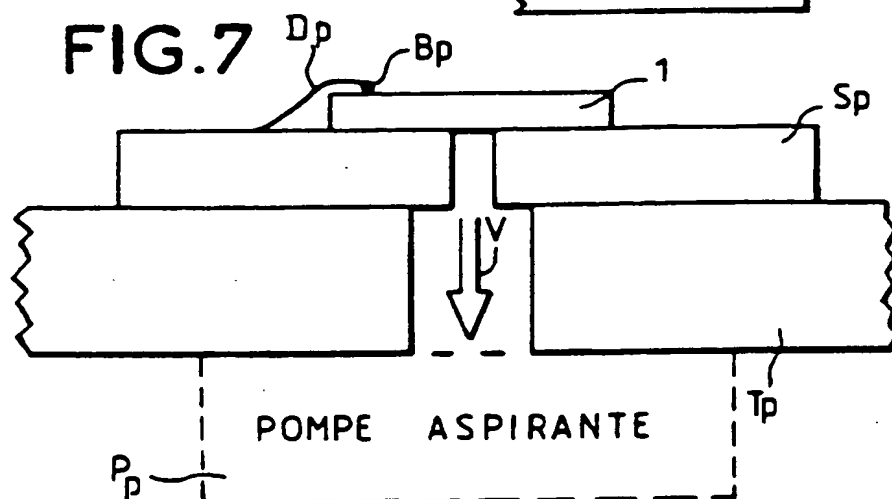
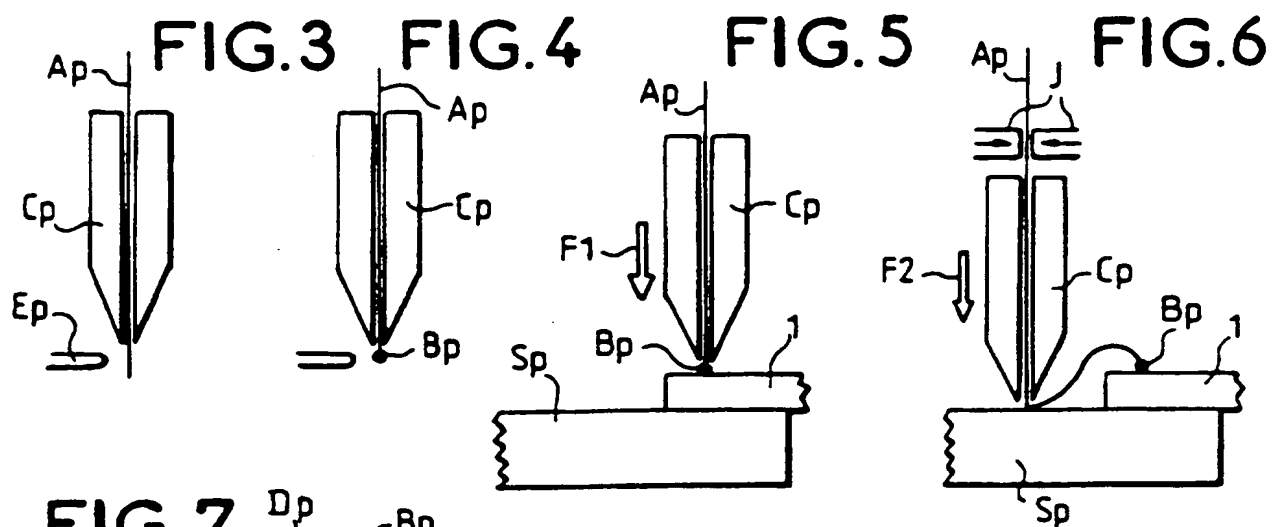
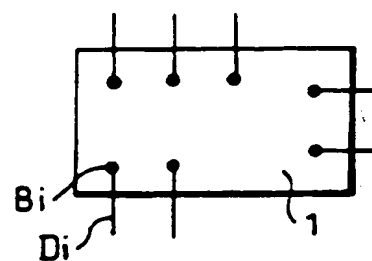
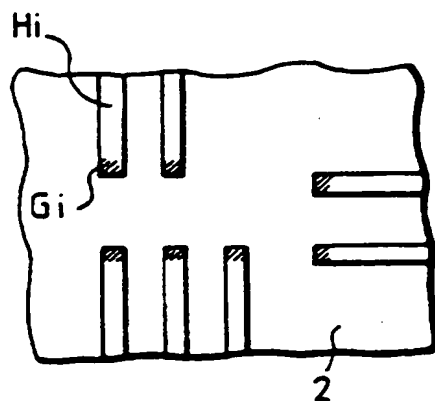
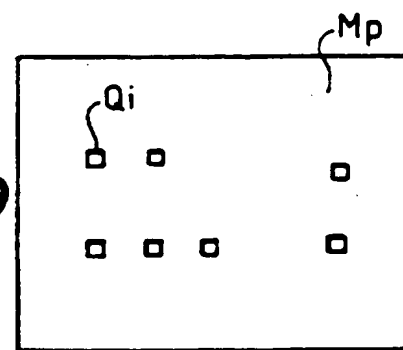
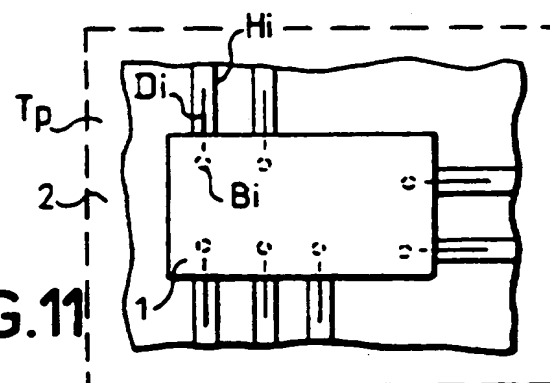


FIG. 2

2/2

**FIG.8****FIG.10****FIG.9****FIG.11**

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 492968  
FR 9310932

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	CONFERENCE PROCEEDINGS 22ND EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE 92, vol.2, Août 1992, HELSINKI, FINLAND pages 888 - 893 RAZBAN ET AL. 'WEATHER FORECASTING RADAR ANTENNA: AN APPLICATION OF ACTIVE MICROSTRIP ANTENNAS' * page 892 - page 893; figures 1,5,6 *	1,2
Y	EP-A-0 325 701 (DORNIER) * colonne 3, ligne 1 - ligne 49; figures 1,2 *	1,2
A	* revendications 1-4 *	3-5
A	1990 INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST ANTENNAS AND PROPAGATION, vol.II, Mai 1990, DALLAS, TEXAS pages 791 - 794 LAM ET AL. 'MILLIMETER-WAVE ACTIVE PATCH ANTENNA' * page 791 - page 792; figure 1A *	1
A	ELECTRONICS LETTERS., vol.28, no.18, 27 Août 1992, STEVENAGE GB pages 1722 - 1724 AN ET AL. 'SIMPLE TRANSMISSION LINE FEED MODEL FOR MICROSTRIP ANTENNAS IN TWO-SIDED STRUCTURE WITH COAXIAL PROBE COUPLING' * figures 1,4 *	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 193 (E-617) 4 Juin 1988 & JP-A-62 295 501 (MATSUSHITA) * abrégé *	2,3
A	EP-A-0 432 647 (TOYOTA) * figures 15-19 *	1
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
30 Mai 1994		Angrabeit, F
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1503 (03.82) (P04CJ1)